

EL EFECTO DE LA PODA EN SOBREVIVENCIA, TAMAÑO Y RENDIMIENTO DE *MACROCYSTIS PYRIFERA* (L.) AG. (LESSONIACEAE) DE ISLA NAVARINO. CHILE*

HARVEST EFFECT ON SURVIVAL, SIZE AND YIELD OF *MACROCYSTIS PYRIFERA* (L.) AG. (LESSONIACEAE) OF NAVARINO ISLAND. CHILE

Héctor Romo**, Krisler Alveal** y Marcela Avila***

RESUMEN

Se estudió el efecto de poda sobre la sobrevivencia, rendimiento y fluctuaciones en tamaño en plantas individuales de *Macrocystis pyrifera* (L.) J. Agardh. Las plantas fueron cortadas a 1 m bajo el dosel superficial, 1.5 m sobre el grampón e inmediatamente sobre el grampón. Se detectó una elevada sobrevivencia con un crecimiento y rendimiento normal en las plantas cortadas a 1 m bajo el dosel, mientras que aquéllas más drásticamente podadas mostraron alta mortalidad y bajo rendimiento después de once meses de estudio. La fluctuación en tamaño de las plantas observada durante el año fue interpretada como debido al reemplazo de frondas senescentes por frondas juveniles.

ABSTRACT

The effects of harvest on survival, final yield and fluctuation in size of individual plants of *Macrocystis pyrifera* (L.) J. Agardh have been examined. The plants were cut 1 m below the canopy, 1.5 m above the holdfast and on the surface of the holdfast. High survivorship, normal regrowth and yield was detected in plants cut 1 m under the canopy, whilst more drastically harvested plants showed high mortality and low final yield after eleven months. The fluctuation on size of plants during the year was interpreted as the replacement of senescent by young fronds.

KEY WORDS: Harvest, kelp, *Macrocystis*, plant survival, size, yield.

* Proyecto Biología de *Macrocystis*, financiado por la Armada de Chile.

** Departamento de Oceanología, Universidad de Concepción. Casilla N° 2407, Concepción, Chile.

*** Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla N° 114-D, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

El alga parda gigante, *Macrocystis pyrifera*, es un conspicuo habitante de los archipiélagos del sur de Chile, entre Chiloé y el Cabo de Hornos. En esta área forma densos bosques submarinos que se distribuyen en un cordón de aproximadamente 30 a 40 m. de ancho y en el cual las mayores densidades generalmente están determinadas por la existencia de fondos duros continuos, que en general corresponde a la isóbata de 20 m. (Santelices y Ojeda, 1983; SERCOTEC, 1975).

Estos aspectos han llevado a pensar en la factibilidad de explotar comercialmente estas poblaciones. Sin embargo (Santelices y Castilla, com. personal) su-

gieren que la explotación de estos cinturones costeros alcanzaría una producción anual limitada a sólo 5 ton. métricas de peso por hectárea (cosechando hasta 1 m. de profundidad bajo el dosel), rendimiento que es muy inferior a los valores entre 16 y 30 ton. reportadas por North (1979) en los bosques submarinos comerciales de esta misma especie en California.

El objetivo de este estudio fue evaluar la sobrevivencia, el crecimiento y el rendimiento de plantas individuales de *Macrocystis* ante podas efectuadas a distintos niveles en Puerto Toro (Isla Navarino) entre septiembre de 1979 y julio de 1980.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se efectuaron en una población de *Macrocystis pyrifera* que crece a profundidades entre 4 - 12 m. en la localidad de Puerto Toro (55° 05'S; 67° 05'W) y ubicada en la costa oriental de Isla Navarino (Fig. 1).

Los experimentos de poda se efectuaron en cuatro grupos de esporofitos creciendo *in situ*. El primer grupo de 9 plantas fue cortado a 1 m bajo el dosel. En el segundo grupo, 8 plantas fueron cortadas a 1.5 m sobre el grampón, en el tercero 9 plantas fueron cortadas inmediatamente sobre el grampón eliminando por lo tanto todos los estipes y un cuarto grupo de 10 plantas no manipuladas se dejó como control.

Todos los grampones de cada grupo de plantas fueron unidos por una cuerda de polietileno y marcados con etiquetas plásticas numeradas.

Los experimentos de corte a 1.5 m sobre el grampón y el control fueron iniciados en septiembre de 1979, mientras que aquéllos de corte a 1 m bajo el dosel y de corte a nivel de grampón comenzaron

en diciembre de 1979. Las condiciones de experimentación se muestran en Tabla I.

Los cambios que siguieron a la remoción de frondas fueron monitoreados a intervalos de tres o cuatro meses, durante 11 meses. El registro de plantas sobrevivientes y las mediciones de talla máxima de las plantas se efectuaron mediante buceo autónomo.

La altura de las plantas fue medida con huincha plástica en cm desde el grampón hasta el ápice de la fronda más grande. Al término de experimentos, todas las plantas sobrevivientes fueron despegadas del sustrato y pesadas (kg peso húmedo) con una balanza de torsión.

En este trabajo se usó la nomenclatura de North (1971) para denominar las diferentes partes anatómicas de *Macrocystis*. Según este autor, una planta está compuesta por el grampón y sus frondas; una fronda corresponde al estipe más sus "hojas" y cada "hoja" corresponde a una lámina, un aerocisto y el pedicelo o porción que la une al estipe.

RESULTADOS

Sobrevivencia de *Macrocystis* en experimentos de poda.

Los resultados indicaron que la sobrevivencia de *Macrocystis* decrece a medi-

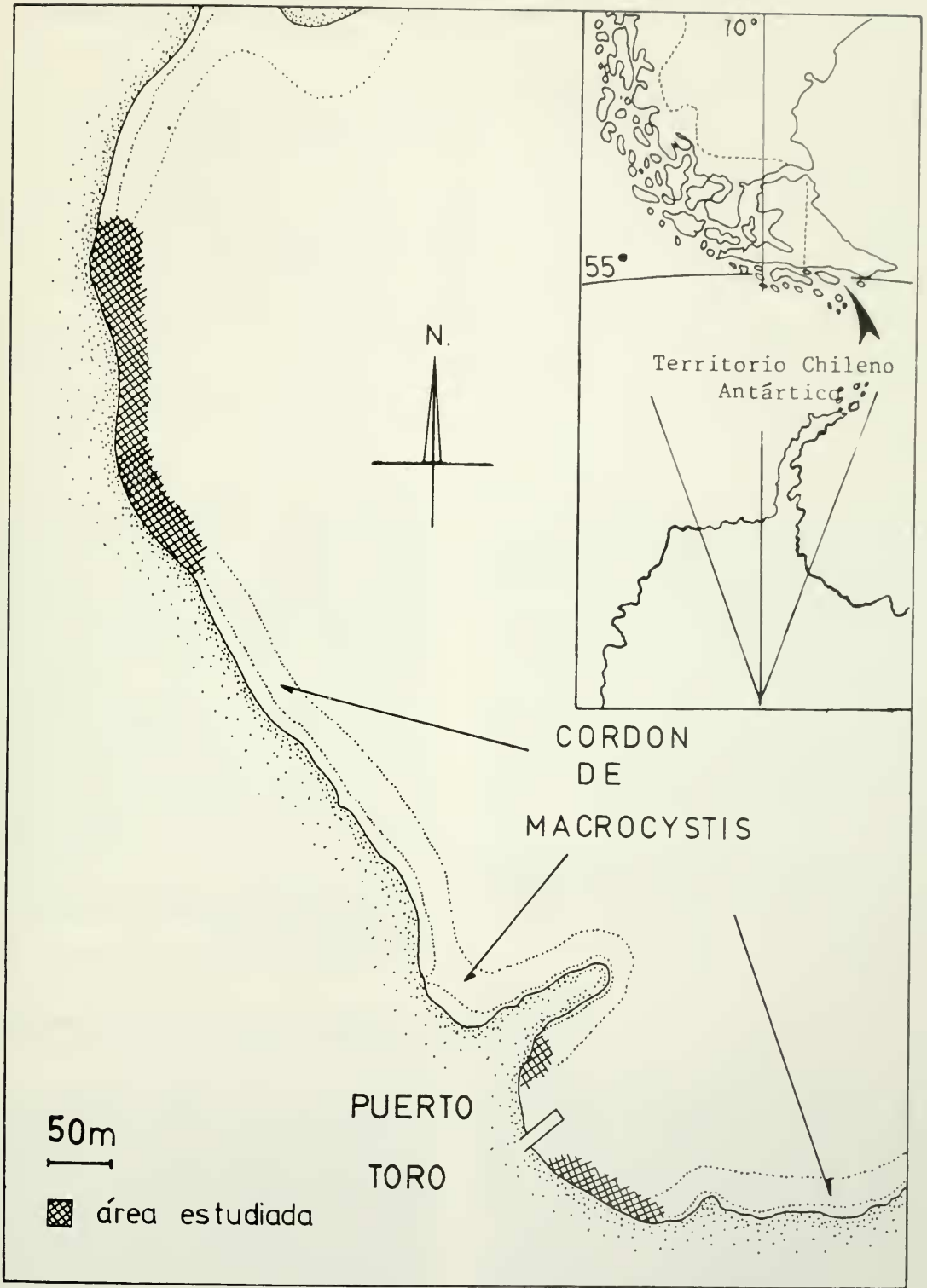


Fig. 1. Lugar de estudio. La flecha en el recuadro superior indica Isla Navarino.

TABLA I. Condiciones de experimentación en experimentos de cortes a distintas alturas en *M. pyrifera*.

NIVEL DE CORTE	INICIO	I CONTROL	II CONTROL	III CONTROL	N° DE PLAN-TAS
Control	31 ago. 79	13 dic. 79	19 abr. 80	22 jul. 80	10
1.5 m sobre el grampón	31 ago. 79	13 dic. 79	19 abr. 80	22 jul. 80	9
1 m bajo la superficie del dosel	16 dic. 79	19 abr. 80	22 jul. 80	—	8
Nivel del grampón	16 dic. 79	19 abr. 80	22 jul. 80	—	9

da que se incrementa la profundidad del corte. El efecto de la severidad en el corte se muestra en la Tabla I. Los resultados fueron evaluados por medio de un análisis de chi cuadrado con la corrección de Yates aplicado a grupos de plantas experimentales y al grupo control.

La remoción del dosel superficial no afectó la sobrevivencia de las plantas, pues casi el 80% de los esporofitos podados a 1 m bajo el dosel aún permanecían vivos al término de los 11 meses de estudio.

En cambio las plantas más afectadas fueron las cortadas a nivel del grampón, las que mostraron alrededor de 78% de mortalidad después de tres meses de la manipulación.

Los grampones de los esporofitos muertos mostraban hapterios completamente necrosados y en proceso de desprendimiento del sustrato. A pesar de la severidad en el corte (todos los estipes eliminados a nivel del grampón), dos plantas permanecieron vivas hasta el final del experimento y mostraban una apariencia normal, con frondas regeneradas y una alta tasa de crecimiento.

Las plantas cortadas a 1.5 m sobre el grampón sufrieron, al igual que el grupo anterior, una fuerte mortalidad, permaneciendo hasta el final solamente el 20% de ellas. Sin embargo, tal mortalidad fue, a corto plazo, menos pronunciada que en

las plantas más drásticamente tratadas. Por ejemplo el monitoreo efectuado tres meses después de la cosecha reveló un 90% de sobrevivencia (Tabla II). Sin embargo, los sobrevivientes de este grupo mostraron malas condiciones, exceptuando dos plantas (N° 141 y 142), las cuales tuvieron un buen crecimiento y formación de nuevos hapterios. En el segundo período de controles (siete meses después de la remoción inicial de frondas) se detectó en este grupo una alta mortalidad, similar a la observada en las plantas cortadas a nivel del grampón, con la excepción de las dos plantas ya mencionadas, las cuales exhibieron un crecimiento normal.

Efectos del corte en la fluctuación de tallas de las plantas.

En todos los grupos experimentales las plantas mostraron fluctuaciones irregulares en la talla durante todo el período de observaciones. Inclusive, esta fluctuación fue evidente en las plantas del grupo control (Fig. 2). Seis plantas de este grupo mostraron un incremento en tamaño desde septiembre a diciembre y un posterior decrecimiento hasta julio. El grupo de plantas cortadas a 1 m bajo el dosel mostró similar comportamiento a las del control, así como también una cla-

TABLA II. Sobrevivencia de las plantas de *M. pyrifera* cortadas a diferentes alturas de la fronda (NI.= experimentos no instalados el primer mes; (*) diferencia no significativa con respecto al control).

SOBREVIVENCIA				
NIVEL DE CORTE	I MES	III MES	VII MES	XI MES
1 m bajo dosel	NI	9(*)	7(*)	7(*)
2 m sobre el grampón	8(*)	7(*)	2	2
Sobre el grampón	NI	9(*)	2	2
Control	10	10	9	9

ra tendencia a recuperar las tallas iniciales.

Los sobrevivientes de los otros dos grupos (Fig. 2) más drásticamente podados mostraron también la misma tendencia ya mencionada, pero con una nítida disminución en altura de septiembre a diciembre y/o abril, con la excepción del ejemplar N° 99 (planta podada a nivel del grampón), la cual nunca evidenció cambios marcados durante todo el período de recuperación.

Efecto del corte sobre el rendimiento

Las mediciones de rendimiento al final

de los experimentos (evaluado como el peso húmedo del conjunto de plantas) mostraron tendencias similares a los resultados de sobrevivencia (Fig. 3). El grupo de plantas cortadas a 1 m bajo el dosel mostró un alto rendimiento en la cosecha final, el cual no fue significativamente diferente al control. Obviamente los grupos de plantas cortadas a 1.5 m sobre el grampón y a nivel de éste, que sufrieron una alta mortalidad, tuvieron solamente un rendimiento final de ca. 6% del peso inicial teórico (Fig. 3).

DISCUSION

De los resultados de respuesta de *Macrocystis* a la poda, se desprende que, de acuerdo a lo esperado, tanto la sobrevivencia como el rendimiento disminuyeron a medida que la altura del corte se efectúa a niveles más bajos en las frondas maduras, entendiéndose por frondas maduras aquellas que han alcanzado la altura suficiente como para formar parte del dosel en la superficie y que no presentan aún señales de senescencia en sus estipes y "hojas". Esto se refleja en la alta

sobrevivencia al final del estudio del grupo podado a 1 m bajo la superficie en relación al control y en la baja sobrevivencia de los grupos cortados a 1.5 m por sobre el grampón y a nivel del grampón. Al respecto, Clendenning (1968) establece que los "bosques" de *Macrocystis* del sur de California pueden soportar varios cortes al año, siempre que éstos se efectúen en el dosel superficial y Davis (1968) indica que la cosecha por medios mecanizados en la costa de California está autorizada

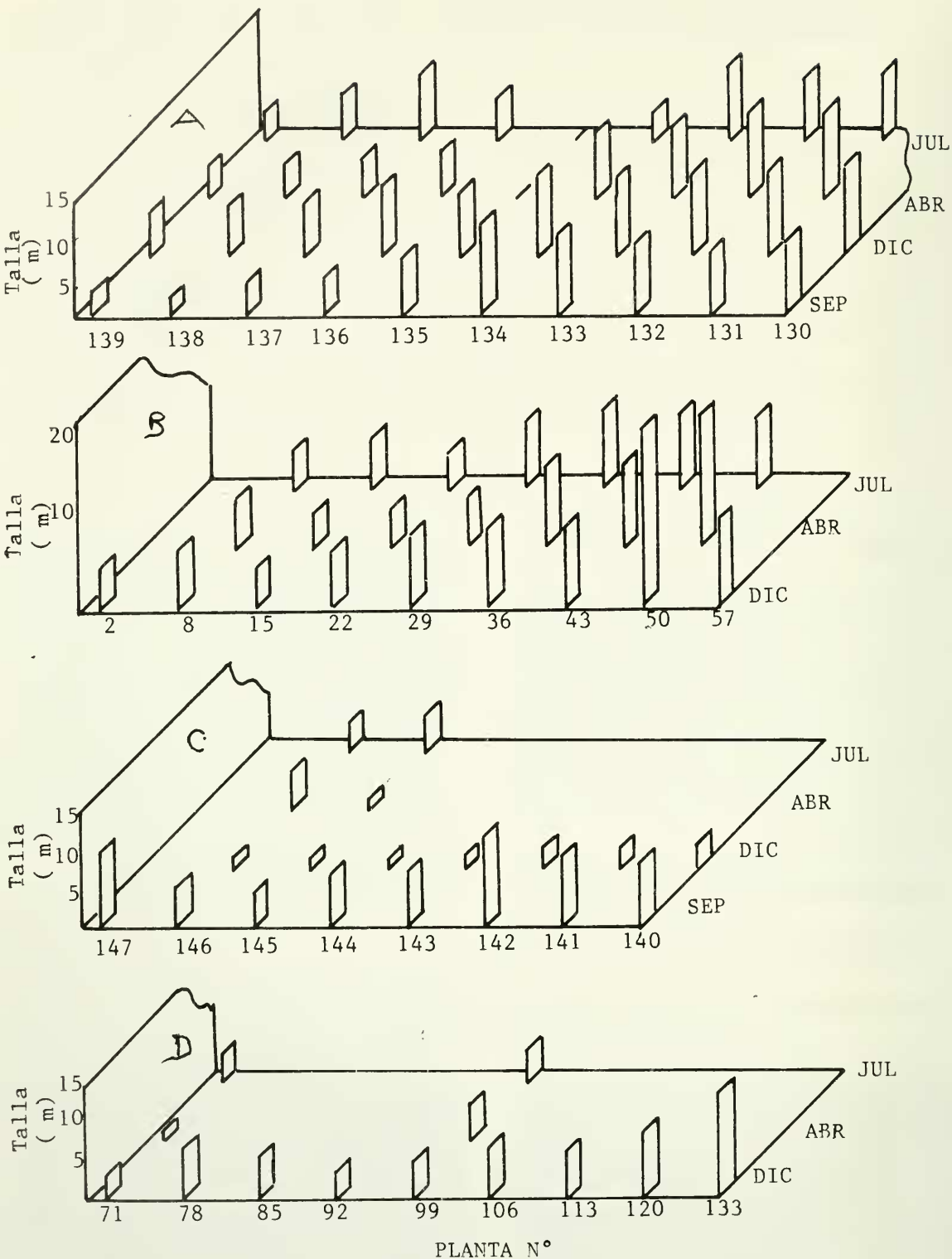


Fig. 2. Composición de tamaño en los grupos de plantas sobrevivientes en experimentos de poda. A: control; B: corte a 1 m bajo el dosel; C: corte a 1.5 m sobre el grampón; D: corte a nivel del grampón.

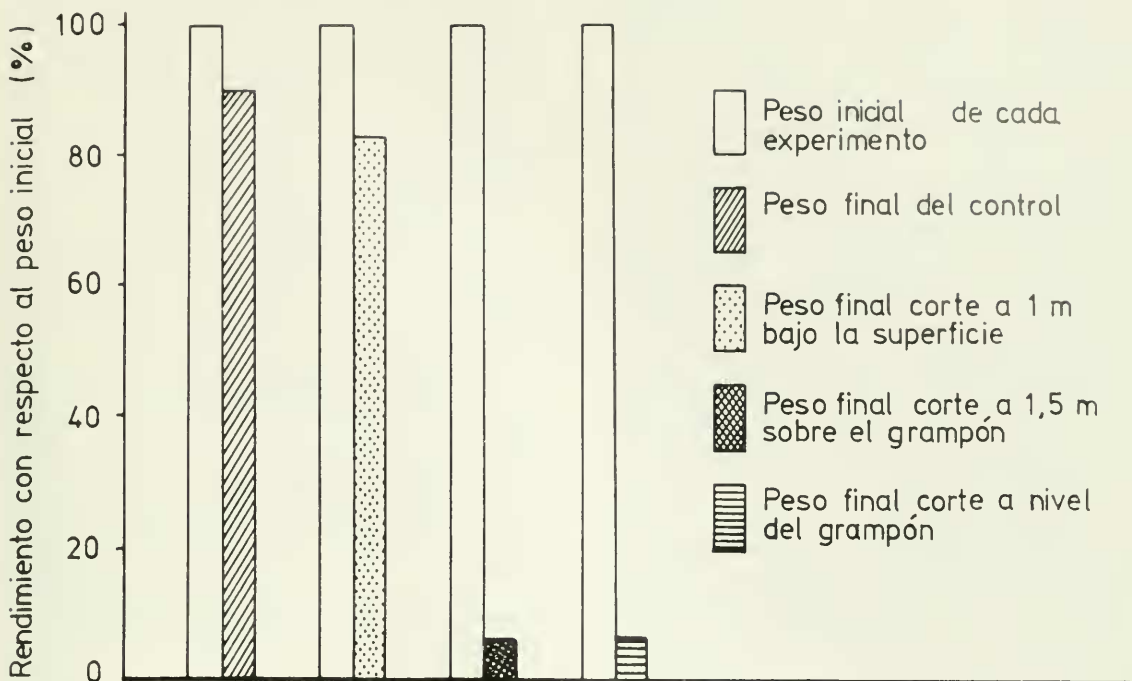


Fig. 3. Rendimiento de plantas de *Macrocyctis* al final del experimento de poda.

por el Estado para realizarse hasta profundidades de 4 pies (1.32 m) y "bosques" de interés comercial no se cosechan con intensidad mayor de 3 ó 4 veces en el año.

Con respecto a los grupos de plantas más drásticamente podados (1.5 m sobre el grampón y a nivel de éste), es interesante hacer notar que aunque la sobrevivencia al final del estudio fue muy similar (alrededor del 22%), ésta fue muy diferente en los primeros meses después del corte (80% y 22%, respectivamente). Esto está indicando que las frondas que no fueron afectadas por el corte (frondas menores del 1.5 m de altura) en su gran mayoría no tuvieron la vitalidad suficiente para volver a formar el dosel superior y, por lo tanto, murieron antes del final del experimento. Se supone que la reducción de la radiación lumínica, generada por el dosel de las plantas vecinas al grupo experimental, explicaría la mortalidad de estos individuos. En forma similar, Santelices y Ojeda (1983) determinaron que el efecto del dosel genera una fuerte competencia intraespecífica y es

la responsable del escaso reclutamiento de esporofitos juveniles en áreas donde el dosel es denso.

La translocación de sustancias elaboradas por la fotosíntesis desde los niveles superiores de la fronda hacia los niveles basales es bastante importante como ha sido demostrado por Parker (1963, 1965 y 1971) y por Lobban (1975) para *Macrocyctis pyrifera* de California y sugerida también por Sargent y Lantrip (1952). Estos procesos son muy importantes para asegurar la vitalidad de la planta, ya que es necesario que los productos de la fotosíntesis lleguen rápidamente hasta las porciones inferiores del estipe, donde nutren tanto a los estipes jóvenes en crecimiento como también a las esporofilas ubicadas en la base de la planta, ya que a esa profundidad (ca 15 m) la iluminación sería insuficiente para que el balance entre fotosíntesis y respiración sea positivo.

Este proceso de nutrición de frondas juveniles, a partir de sustancias fotoasimiladas en los niveles próximos a la superficie, está explicando las diferencias en-

contradas en el rendimiento de grupos de plantas podadas a niveles superiores con respecto al evaluado en las plantas podadas en los estratos más bajos.

Con respecto a la fluctuación de tallas de las plantas sobrevivientes en los distintos grupos experimentales, se encontró que ésta en general retornaba a sus valores originales (rango de variaciones individuales) a medida que transcurría el tiempo de experimentación. Esta respuesta concuerda con lo establecido por North (1968), quien dice que la planta de *Macrocystis* está compuesta de frondas de variadas longitudes y que constantemente está reemplazando frondas seniles (estipes y "hojas" con una capacidad fotosintética atenuada) con el crecimiento de nuevas frondas juveniles. Asimismo Gerard (1976), Lobban (1978) y North (1979) establecen que la longevidad máxima de frondas maduras es de alrededor de 6 meses, y después de este tiempo envejecen y mueren. Es decir, que aunque la planta como un todo puede tener una vida de 3 a 5 años (North, 1968),

durante este lapso existe un continuo y rápido recambio de frondas. Este recambio de frondas podemos suponerlo muy activo y en nuestros experimentos podríamos considerar que durante este tiempo de experimentación (10.9 y 7.3 meses) hubo por lo menos un recambio de frondas en las plantas sobrevivientes.

Mediciones de crecimiento en ápices de frondas que llegaban a la superficie no incluidas en este estudio, indican que este crecimiento es variable y dependería de la edad de la fronda, es decir, los valores de tasa de crecimiento más altos encontrados (v.g. 2,2 y 2,7 cm./día para la temporada verano-otoño y otoño-invierno) correspondería a frondas jóvenes con una alta eficiencia fotosintetizadora y aquellos valores bajos (alrededor de 0,6 cm./día para ambas temporadas) corresponderían a frondas seniles o próximas a ese estado. Este razonamiento está sostenido por lo indicado por North (1979); quien estableció que la longevidad máxima para las frondas de *Macrocystis* es de alrededor de 6 meses.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de un programa de estudios de la Biología y Utilización de *macrocystis pyrifera* en Chile Austral. El trabajo fue financiado a través de un convenio de investigación entre la Armada de Chile y la Pontificia Universidad Católica

de Chile y realizado en el Laboratorio de Algas del Departamento de Oceanología de la Universidad de Concepción.

Nuestros agradecimientos para el Sr. JOSE CID L., por su valiosa colaboración en terreno.

BIBLIOGRAFIA

CLENDENNING, K.A. 1968. Harvesting effects on canopy invertebrates and on kelp plants. In: Utilization of kelp bed resources in Southern California. Ed. by W.J. North and C.H. Hubbs. Dept. Fish and Game. Fish Bull., 139: 218-254.

DAVIS, D.H. 1968. Statistical analysis of the relation between kelp harvesting and sportfishing in the California kelp beds. In: Utilization of kelp bed resources in Southern California. Ed. by W.J. North and C.H. Hubbs Dept. Fish and Game. Fish Bull., 139: 151-212.

GERARD, V.A. 1976. Some aspects of material dynamics and energy flow in a kelp forest in Monterrey Bay, California. Ph.D. Thesis. Santa Cruz, 173 pp.

LOBBAN, C.S. 1975. Translocation in *Macrocystis pyrifera*. Kelp habitat improvement project. Annual Report, 1^o July, 1974 - 30 June, 1975, pp.79-91.

LOBBAN, C.S. 1978. The growth and death of the *Macrocystis* sporophyte (Phaeophyceae, Laminariales) Phycologia, 17: 196-212.

NORTH, W.J. 1968. Effects of canopy

cutting on kelp growth. Comparison of experimentation with theory. In utilization of kelp-bed resources in Southern California. Ed. by W.J. North and C.H. Hubbs, Dept. Fish and Game Fish Bull., 139: 223-254.

NORTH, W.J. 1971. Introduction and background, scope and organization. In: The Biology of Giant Kelp Beds (*Macrocystis*) in California. Nova Hedwigia, 32: 1-97.

NORTH, W.J. 1979. Evaluación, manejo y cultivo de praderas de *Macrocystis* en: Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas. Ed. por B. Santelices, Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Santiago, pp. 76-128.

PARKER, B.C. 1963. Translocation in the giant kelp *Macrocystis*. Science, 140: 891-892.

PARKER, B.C. 1965. Translocation in the giant kelp *Macrocystis*. I Rates, di-

rections, quantify of C¹⁴ labeled products and fluorescein. J. Phycol., 1: 41-46.

PARKER, B.C. 1971. Studies of translocation in *Macrocystis*. In the Biology of giant kelp bed (*Macrocystis*) in California. Nova Hedwigia, 32: 191-195.

SANTELICES B., y P. OJEDA. 1983. Population dynamics of coastal forest of *Macrocystis pyrifera* in Puerto Toro, Navarino Island, southern Chile. Mar. Ecol. Progr. Ser. (en Prensa).

SARGENT, M.C. and L.W. LANTRIP. 1952. Photosynthesis, growth and translocation in the giant kelp. Am. J. Bot. 39: 99-107.

SERCOTEC. 1975. Evaluación preliminar de algunos bancos de *Macrocystis pyrifera* (huiró) en el Estrecho de Magallanes e Isla Navarino. Servicio de Cooperación Técnica, División Regional Magallanes, 22 pp.